

EVALUASI DAN PENENTUAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU KANTONG SEMEN TIPE *PASTED* PADA PT. SEMEN PADANG

Henmaidi¹, Heryseptemberiza²

¹⁾ Laboratorium Sistem Produksi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

²⁾ Alumni Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

Abstract

Bag raw materials inventory is very important to support the smoothness of bag production process which will be used in cement bag distribution. The observation for pasted type bag raw materials has been held in Operating Supplies Storage at Cement Padang Company and it shows overstock and stockout.. At present, bag raw materials inventory is not counted yet based on proper policy, this condition makes the bag raw materials inventory is not surely optimize yet. The purpose of this research is to know the bag raw materials inventory performance based on Turn Over Ratio analysis (ITO), and comparing the ITO value of this company with companies in other countries. From the comparizon result, it knows that ITO value in Cement Padang Company is not optimal yet. It signed by the ITO value of Cement Padang Company that still under the average ITO value of companies in other countries. Besides that, the purpose of this research is to give solution about inventory policy that used better to improve inventory performance with using Economic Order Quantity and Periodic Order Quantity method. Based on average inventory values for both of the methods, Periodic Order Quantity gives the optimal inventory, because this method gives lower average inventory value than the other one. This research also doing experiment using both of the methods by removed data that have constant assumption used simulation as the tools. With simulation, the optimal inventory value resulted by Economic Order Quantity method.

Keywords : *Inventory, Economic Order Quantity, Periodic Order Quantity, Simulation*

1. Pendahuluan

Manajemen persediaan (*inventory control*) adalah kegiatan yang berhubungan dengan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan penentuan kebutuhan material sehingga kebutuhan operasi dapat dipenuhi pada waktunya dan persediaan dapat ditekan secara optimal (Indrajit dan Djokopranoto, 2003). Hal ini bertujuan untuk mencapai efisiensi dan efektivitas optimal dalam penyediaan material, karena ketidakcermatan dalam data barang persediaan dapat berakibat merugikan bagi perusahaan. Persediaan barang membawa biaya persediaan atau *inventory carrying cost* yang sangat tinggi, dan perhitungan yang salah akan berakibat barang bertumpuk terlalu lama di gudang sehingga dapat menimbulkan kerusakan atau barang tidak tersedia pada waktu dibutuhkan.

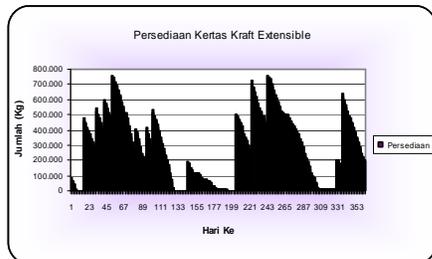
Pabrik kantong PT. Semen Padang pengemasan semen. Pabrik ini memproduksi dua tipe kantong yaitu kantong lem (*pasted bag*) dan jahit (*sewing bag*). Permintaan terhadap kantong tergantung pada permintaan semen dalam bentuk kantong. Distribusi kantong akan terhambat jika proses produksinya tidak berjalan lancar.

Salah satu faktor yang mendukung kelancaran proses produksi kantong adalah tersedianya bahan baku dalam jumlah dan waktu yang tepat. Oleh karena itu untuk menunjang kelancaran produksi dan distribusi kantong perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian terhadap persediaan bahan kantong.

Pabrik kantong PT. Semen Padang melakukan perencanaan persediaan bahan kantong berdasarkan permintaan semen kantong dalam Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) untuk jangka waktu satu tahun. Dalam pelaksanaannya, produksi kantong dilakukan berdasarkan permintaan rutin dan non rutin dari gudang *Operating Supplies* (OPS) Bukit Putus PT.Semen Padang karena pihak gudang yang akan mendistribusikan kantong ke unit-unit pengantongan setiap harinya. Permintaan rutin adalah permintaan terhadap kantong untuk jenis semen tipe I dan SMC (*Super Masonry Cement*) sedangkan permintaan non rutin adalah permintaan terhadap kantong untuk semen tipe khusus: PPC (*Portland Podzolan Cement*) dan OWC (*Oil Well Cement*). Pabrik kantong akan membuat dan memperkirakan sendiri berapa kantong yang harus diproduksi

berdasarkan stok kantong yang mendekati minimum. Sehingga, jika bahan baku di gudang penuh pabrik kantong akan memproduksi sebanyak-banyaknya dan dapat berhenti untuk memproduksi jika terjadi *stockout*.

Saat ini perusahaan secara berkala melakukan pengontrolan tingkat persediaan bahan baku dan melakukan pemesanan jika persediaan diperkirakan hampir habis. Berdasarkan diskusi dengan pihak pabrik kantong, nilai persediaan minimum ditetapkan sebesar rata-rata pemakaian perbulan. Penentuan jumlah bahan baku yang dibeli dilakukan berdasarkan pengalaman dan belum menggunakan metode tertentu. Sehingga bahan baku dapat dibeli sampai memenuhi gudang. Hal ini mengakibatkan pengoptimalan biaya persediaan belum tentu tercapai. Gambar 1.1 memperlihatkan kondisi persediaan kertas *kraft ekstensible* sebagai bahan baku utama *pasted bag*.



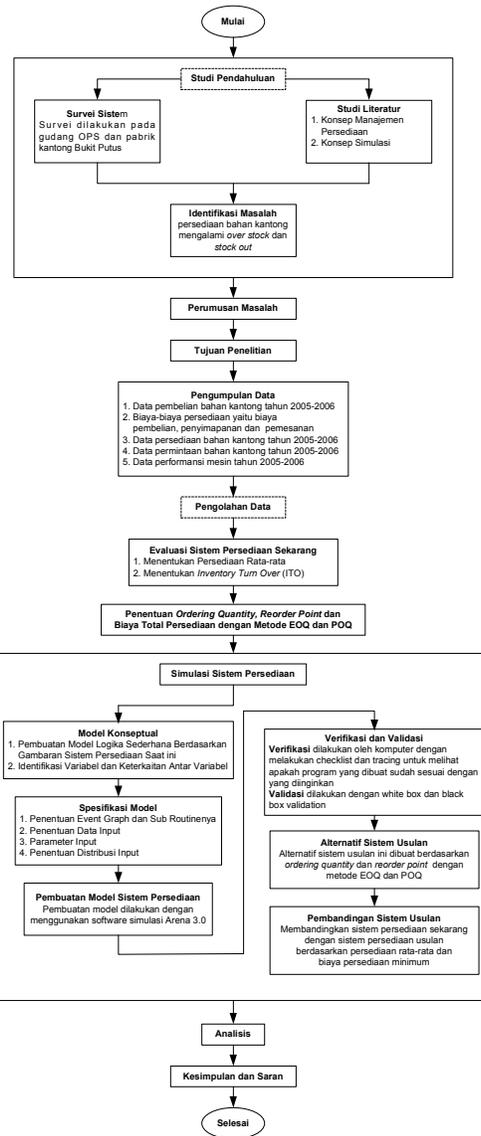
Gambar 1. Persediaan Kertas *Kraft Extensible* Tahun 2006 (Sumber: Gudang OPS PT.SP)

Grafik di atas menunjukkan persediaan kertas *kraft ekstensible* yang mengalami *stockout* pada bulan Januari, Mei, Juli dan November tahun 2006, yang berakibat pada terhentinya proses produksi. Dari data persediaan bahan baku kantong tahun 2005-2006 dapat dilihat fluktuasi yang cukup besar terhadap persediaan bahan baku kantong lainnya.

Untuk memperoleh persediaan bahan kantong yang optimal maka perlu dilakukan evaluasi terhadap performansi sistem persediaan saat ini sehingga dapat dilakukan perencanaan kebutuhan bahan baku kantong yang optimal, dan minimasi biaya persediaan dapat dilakukan.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian perlu disusun agar penyelesaian kasus penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Metodologi Penelitian

3. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Sistem yang diamati dalam penelitian ini adalah sistem persediaan bahan kantong di gudang OPS dan pabrik kantong Bukit Putus. Bahan kantong yang akan dievaluasi sistem persediaannya dalam penelitian ini adalah bahan kantong semen tipe *pasted*.

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Pembelian
Data pembelian ini diperlukan untuk mengetahui *leadtime*, kuantitas, dan waktu

antar pemesanan masing-masing bahan kantong.

2. Biaya-Biaya Persediaan Bahan Kantong

Biaya persediaan yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah harga beli per unit, biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Biaya kekurangan persediaan diabaikan karena sulit mendapatkan data yang diperlukan untuk menghitung biaya tersebut.

a. Harga beli per unit

Data harga beli per unit ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Harga Beli per Unit Bahan Kantong

No	Bahan Kantong	Harga (Rp)
1	Kertas Kraft Extensible (Kg)	7.214,37
2	Patch Valve (Kg)	7.214,37
3	Tinta (Kg)	20.900,00
4	Solvicol (Kg)	16.590,60
5	Seal Tape (Meter)	8.800,00

(Sumber: Rendalog PT.Semen Padang)

b. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan terdiri dari biaya administrasi untuk pengadaan bahan kantong. Data harga beli per unit ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Biaya Pemesanan Kertas Kraft Extensible

No	Kegiatan	Biaya
1	Pembuatan PP membutuhkan 3 lembar surat (@ Rp.1000,-)	Rp. 3.000,-
2	Pembuatan surat order 8 lembar (@ Rp.1000,-)	Rp. 8.000,-
3	Biaya Telepon dan facimile pemesanan kertas kraft	Rp. 220.000,-
4	Pembuatan LPB 8 lembar (@1000,-)	Rp. 8.000,-
5	Biaya Inspeksi	Rp. 406.000,-
6	Biaya pengurusan barang masuk dan administrasi	Rp.1.800.000,-
Biaya pemesanan kertas kraft extensible per pesanan		Rp.2.445.000,-

(Sumber: Rendalog PT.Semen Padang)

c. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan ini meliputi ongkos gudang (ongkos gudang ini telah termasuk biaya perawatan, listrik, dan pengawas gudang) sebesar Rp. 4500,-/ton/bulan. Biaya penyusutan/kemungkinan kerusakan (0,05 % dari harga barang) yaitu sebesar Rp.97,29,- /unit/tahun untuk kertas kraft extensible.

(Sumber: Rendalog PT.Semen Padang)

3. Data Persediaan Bahan Kantong

Data persediaan ini diperlukan untuk menentukan rata-rata persediaan, nilai rata-rata persediaan dan untuk melakukan validasi terhadap sistem persediaan kondisi sekarang dalam simulasi.

4. Data Permintaan Bahan Kantong

Data permintaan ini diperlukan untuk mengetahui kuantitas permintaan

bahan kantong dan untuk mengetahui apakah permintaan bersifat konstan atau variabel, menentukan besarnya biaya yang terpakai untuk masing-masing jenis kantong dalam perhitungan nilai *Inventory Turn Over* (ITO), dan untuk menentukan distribusi kuantitas permintaan bahan kantong.

5. Data Performansi Mesin

Data kerusakan untuk mesin yang digunakan untuk pembuatan *pasted bag* dilihat dari data performansi mesin yang ada saat ini. Data ini digunakan untuk mengetahui waktu mesin mengalami kerusakan (*downtime*) dan saat mesin bekerja (*uptime*).

3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dibagi atas 3 tahapan yaitu :

1. Tahap mengetahui kondisi kebijakan sistem persediaan bahan kantong saat ini di Gudang *Operating Supplies* PT.Semen Padang berdasarkan analisis nilai *Inventory Turn Over* dan persediaan rata-rata.
2. Penentuan *ordering quantity, reorder point* dan biaya total persediaan dengan metode POQ dan EOQ.
3. Tahap penentuan solusi perbaikan manajemen persediaan bahan kantong agar persediaan bahan kantong menjadi optimal dengan melakukan uji coba metode EOQ dan POQ dalam simulasi.

3.2.1 Evaluasi Sistem Persediaan Bahan Kantong

Tahap ini terdiri dari perhitungan nilai rata-rata persediaan kondisi sekarang dan rasio perputaran persediaan (*Inventory Turn Over*).

3.2.1.1 Perhitungan Nilai Rata-rata Persediaan Kondisi Sekarang

Nilai rata-rata persediaan kondisi sekarang per bulan dapat dihitung dengan mempertimbangkan persediaan awal, jumlah pembelian, jumlah pemakaian dan persediaan akhir tiap harinya pada bulan tertentu.

$$\text{Persediaan akhir pada hari tertentu} = (\text{persediaan awal} + \text{pembelian}) - \text{pemakaian} \tag{1}$$

Nilai persediaan rata-rata pada bulan

$$\text{tertentu} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \times P)}{n} \tag{2}$$

dimana :

- i = Tanggal
- Qi = Jumlah persediaan per hari
- P = Harga beli per unit
- n = Jumlah hari dalam 1 bulan tertentu

Contoh :

Untuk kertas *kraft ekstensible*

Harga beli = Rp. 7214,-

Jumlah hari bulan Januari 2006 = 31 hari

Nilai persediaan rata-rata =

$$\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \times P)}{n} = \frac{\text{Rp.45.625.905.890,-}}{31}$$

= Rp. 1.471.803.416,-

3.2.1.2 Perhitungan Nilai Inventory Turn Over (ITO)

Inventory Turn Over termasuk ke dalam pengukuran relatif investasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan ITO adalah :

1. Menentukan besarnya biaya yang terpakai untuk masing-masing jenis bahan kantong.

Biaya bahan kantong terpakai =
jumlah pemakaian x harga beli per unit (3)

2. Menentukan besarnya nilai persediaan rata-rata yang dikeluarkan. Nilai persediaan rata-rata ditentukan berdasarkan nilai persediaan rata-rata bahan kantong.

Nilai persediaan rata-rata

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \times P)}{n} \quad (4)$$

dimana :

- i = tanggal
- Q = Jumlah pemakaian per hari
- P = Harga beli per unit
- n = Jumlah hari dalam 1 bulan tertentu

3. Menentukan *Inventory Turn Over* (ITO)

ITO = $\frac{\text{Biaya bahan kantong terpakai}}{\text{Nilai persediaan rata-rata}}$ (5)

Contoh :

Untuk kertas *kraft ekstensible*

Jumlah pemakaian bulan Januari

= 308.758 Kg

Harga beli = Rp. 7214,-

Jumlah hari bulan Januari 2006 = 31 hari

Maka :

Biaya bahan kantong terpakai

= 308.758 Kg X Rp. 7214,-

=Rp. 2.227.494.701,-

Nilai persediaan rata-rata =

$$\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \times P)}{n} = \frac{\text{Rp.45.625.905.890,-}}{31}$$

= Rp. 1.471.803.416,-

ITO = $\frac{\text{Rp. 2.227.494.701,- /bulan}}{\text{Rp. 1.471.803.416,-}}$

= 1.51 per bulan

3.2.2 Penentuan Ordering Quantity dan Reorder Point

Skenario kebijakan persediaan yang akan diujicobakan dalam sistem adalah metode EOQ (*Economic Order Quantity*), dan POQ (*Periodic Order Quantity*).

1. Metode EOQ (*Economic Order Quantity*)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan metode EOQ adalah :

- a. Menentukan besarnya kuantitas order

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CoR}{Cc}} = \sqrt{\frac{2CoR}{Ph}} \quad (6)$$

dimana :

Co = biaya pesan

Cc = biaya penyimpanan

h = fraksi biaya penyimpanan perunit

\bar{R} = rata-rata pemakaian per tahun

P = harga beli per unit

Contoh :

Untuk kertas *kraft ekstensible*

Harga beli/unit = Rp. 7214,-

Biaya pesan/order = Rp. 2.445.000,-

Biaya simpan/unit/tahun = Rp. 97,29,-

Rata-rata pemakaian/hari = 11.347 Kg

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 2.445.000 \times 11.347}{97,29}}$$

= 456.257 Kg

- b. Menentukan *Reorder Level* dan *Safety Stock* (Ss).

Persamaan yang digunakan dalam menentukan *reorder level* dan *safety stock* adalah :

Reorder Level = $\bar{M} + Ss$ (7)

= $\bar{d}L + z \sigma_d \sqrt{L}$ (8)

dimana :

\bar{M} = Rata-rata permintaan selama *leadtime*

Ss = *Safety Stock*

\bar{d} = Rata-rata permintaan per hari

L = *Lead time*

z = Faktor pengaman

σ_d = Standar deviasi dari permintaan per hari

Sebagai contoh perhitungan penentuan *reorder level* dan *safety stock*, untuk kertas *kraft extensible* adalah sebagai berikut :

Permintaan rata-rata = 11.347 Kg
Lead time rata-rata = 32 hari
 Permintaan selama *lead time* = 11.347 Kg x 32 hari = 363.093 Kg
Safety Stock = $1,65 \times 8.462,67 \times \sqrt{32}$
 = 78.989 Kg
 Nilai *reorder level* = 363.093 + 78.989
 = 442.082 Kg

c. Menentukan biaya total persediaan
 Persamaan yang digunakan dalam menentukan biaya total persediaan adalah :

Biaya Total Persediaan =
 Biaya Pesan + Biaya Simpan (9)
 Biaya Total Persediaan =
 (frekuensi pesan x C_o) + $\sum_{n=1}^{10} (\frac{Q}{2} + \text{safety stock}) \times C_c$
 = (10 X Rp.2.445.000,-) +
 (2.774.418 X Rp. 97,29,-)
 = Rp.24.450.000,- + Rp.269.912.585,-
 = Rp. 294.362.585,-

2. Metode POQ (*Periodic Order Quantity*)
 Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan metode POQ adalah :

1. Menentukan frekuensi pemesanan yang akan dilakukan

$EOI = \frac{EOQ}{R} = \sqrt{\frac{2C}{RPh}}$ (10)

Contoh :

Untuk kertas *kraft ekstensible*
 EOQ = 456.257 Kg
 $EOI = \frac{456.257}{11.347} = 40$ hari

Maka :
 Frekuensi pesan = 9 kali

- Menentukan besarnya kuantitas order
 Kuantitas order diperoleh dari jumlah demand selama periode 40 hari.
- Safety stock* yang digunakan untuk metode ini sama dengan *safety stock* pada metode EOQ = 78.989 Kg
- Menentukan biaya total persediaan

Biaya total persediaan dihitung dengan cara yang sama dengan metode EOQ
 Biaya Total Persediaan =
 Biaya Pesan + Biaya Simpan (11)

Biaya Total Persediaan = (frekuensi pesan X C_o) + $\sum_{i=1}^9 (\frac{Q_i}{2} + \text{safety stock}) \times C_c$

Contoh :

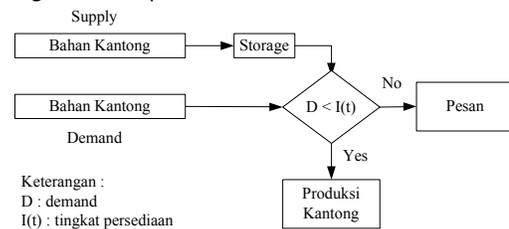
Biaya Total Persediaan =
 (9 X Rp. 2.445.000,-) + (2.713.253 X Rp. 97,29,-)
 = Rp. 22.005.000,- + Rp. 263.988.349,-
 = Rp. 285.993.349,-

3.2.3 Simulasi Sistem Persediaan Bahan Kantong

Bahan kantong yang akan diujicobakani dalam simulasi sistem persediaan untuk penelitian ini adalah bahan kantong kertas *kraft extensible* karena kertas merupakan bahan baku utama kantong dan memiliki nilai paling besar dibandingkan dengan bahan kantong lainnya. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software simulasi Arena 3.0.

3.2.3.1 Model Konseptual

Model konseptual merupakan tahap untuk memodelkan sistem persoalan yang akan dikaji kedalam bentuk model logika sederhana yang menggambarkan keterkaitan antar variabel-variabel yang dapat menentukan perilaku sistem. Model ini digambarkan dalam diagram logika seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. Model Konseptual Sistem Persediaan Bahan Kantong PT.Semen Padang

3.2.3.2 Karakteristik Sistem yang Diamati

Sistem Persediaan bahan kantong dimulai dengan pemesanan terhadap bahan kantong yang dilakukan oleh Bagian Rendalog (Perencanaan dan Logistik) kepada supplier. Dalam jangka waktu tertentu yang telah disepakati, bahan kantong tersebut akan datang dan disimpan di gudang OPS. Berdasarkan data pembelian dan data permintaan bahan kantong diketahui bahwa kuantitas, waktu pemesanan dan *leadtime* bahan kantong

tersebut sangat bervariasi (tidak konstan) atau bersifat probabilistik. Dengan adanya suplai bahan kantong maka produksi kantong dapat dilakukan untuk memenuhi permintaan kantong. Tetapi jika bahan kantong mengalami *stockout* maka produksi kantong tidak dapat dilakukan dan terhenti untuk sementara. Jika kuantitas persediaan mendekati minimum maka dilakukan pemesanan terhadap bahan baku tersebut.

3.2.3.3 Identifikasi Variabel dan Atribut Sistem

Variabel-variabel yang terlibat dalam model sistem persediaan ini terdiri:

1. Variabel input, yang terdiri dari:
 - a. Kuantitas suplai atau jumlah kertas yang akan dipesan
 - b. Waktu antar pemesanan tiap suplai
 - c. Waktu antar kedatangan permintaan
 - d. Kuantitas permintaan tiap jenis kertas
 - e. *Leadtime* kertas
 - f. *Uptime* dan *downtime* mesin

Variabel input c s/d f merupakan variabel yang tidak bisa dikendalikan dan merupakan sumber kerandoman dalam sistem karena nilainya yang sangat bervariasi sepanjang waktu. Variabel-variabel input tersebut dapat disebut sebagai atribut karena merupakan karakteristik yang melekat pada masing-masing entiti. Sedangkan variabel input a dan b merupakan variabel yang bisa dikendalikan (variabel keputusan) yang nilainya akan menentukan performansi sistem.

2. Variabel output (respon):
Variabel output (respon) dalam simulasi ini adalah persediaan rata-rata dan nilai persediaan rata-rata.
Kriteria performansi yang diharapkan dari variabel output ini adalah tercapainya tingkat persediaan yang optimal dengan nilai persediaan (*inventory cost*) yang paling minimum karena persediaan yang terlalu besar dapat mengakibatkan timbulnya biaya persediaan yang besar.

Data yang digunakan untuk membangun model simulasi sistem persediaan bahan kantong ini terdiri dari:

1. Data suplai kertas, yaitu terdiri dari:
 - a. Data kuantitas suplai kertas
 - b. Data waktu antar pemesanan kertas
 - c. Data *leadtime* kertas
2. Data permintaan kertas, yaitu terdiri dari:
 - a. Data kuantitas permintaan kertas

- b. Data waktu antar kedatangan kertas
3. Data performansi mesin
Dari data peformansi mesin ini dapat diketahui *uptime* dan *downtime* mesin.

4. Simulasi Dan Analisis

Berdasarkan karakteristik sistem maka dibuat model simulasi yang digunakan sebagai representasi dari sistem persediaan bahan kantong. Dengan melakukan eksperimentasi pada beberapa skenario percobaan kebijakan persediaan maka dapat dibuat suatu analisis untuk perbaikan sistem dimasa yang akan datang.

4.1 Simulasi

Simulasi dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu simulasi awal, proses validasi model dan menjalankan model simulasi yang sudah valid.

4.1.1 Simulasi Awal

Simulasi awal merupakan tahap untuk menjalankan model simulasi yang telah diverifikasi sebelum model tersebut divalidasi. Dalam simulasi awal ini, model yang dibuat disimulasikan dengan memberi input yang sama dengan kondisi sistem nyata. Data input yang digunakan pada simulasi ini terdiri dari data distribusi kuantitas suplai, kuantitas permintaan bahan kantong, data waktu antar pemesanan suplai, data waktu antar kedatangan permintaan, *leadtime* dan data kerusakan mesin produksi.

Pada simulasi awal ini tipe simulasi yang digunakan adalah simulasi tipe *non-terminating (steady state)*. Tipe *steady state* dipilih karena kondisi berawal dan berakhirnya sistem persediaan bahan kantong ini tidak dapat ditetapkan secara pasti. Hal ini karena kedatangan suplai maupun permintaan bahan kantong dapat terjadi kapan saja tanpa batas waktu yang ditetapkan sehingga jumlah persediaan bahan kantong bervariasi setiap harinya.

Simulasi awal ini merupakan *single run experiment* dengan lama waktu simulasi 730 hari. Hal ini disesuaikan dengan periode data pengamatan yang diambil selama periode 2 tahun. Dari output simulasi awal ini diperoleh rata-rata persediaan sebesar 234 ton dengan nilai Rp.1.738.000.000,-. Agar output dari simulasi awal ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam menganalisis performansi sistem, perlu dilakukan uji validasi dan running simulasi dengan beberapa replikasi terlebih dahulu.

4.1.2 Validasi Model

Pengujian kevalidan ini diperlukan untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat dapat merepresentasikan sistem nyata atau tidak. Pendekatan yang digunakan dalam melakukan validasi terhadap model simulasi, yaitu:

1. Metode Kotak Hitam (*Black Box Validation*).

Validasi ini dilakukan dengan cara membandingkan rata-rata hasil simulasi dengan rata-rata performansi sistem nyata. Nilai yang menjadi parameter tandingan adalah persediaan rata-rata dan investasi persediaan rata-rata. Pengambilan sampel untuk kertas *kraft extensible* dilakukan dengan interval empat bulan (4x31 hari) selama 2 tahun. Pada metode ini digunakan uji T untuk membandingkan nilai rata-rata antara output simulasi dan hasil observasi sistem nyata. Pada Uji T ini asumsi yang digunakan adalah bahwa variansi kedua sampel sama. Hipotesa awal yang diuji adalah bahwa kedua populasi darimana sampel diambil mempunyai nilai rata-rata yang sama. Sedangkan hipotesis tandingannya adalah kedua populasi mempunyai nilai rata-rata yang tidak sama.

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

H1: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$

Perbandingan output model simulasi dan data hasil observasi pada sistem nyata untuk persediaan rata-rata dan investasi persediaan rata-rata kertas *kraft extensible* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Persediaan Rata-rata dan Investasi Persediaan Rata-Rata Output Simulasi dengan Sistem Nyata

Sampel	Persediaan Rata-rata		Investasi Persediaan Rata-rata	
	Kondisi Nyata (Ton)	Simulasi (Ton)	Kondisi Nyata (Rp)	Simulasi (Rp)
1	327,83	289,80	2.365.094.125	2.148.100.000
2	375,88	281,19	2.711.727.109	2.084.200.000
3	360,71	350,34	2.602.277.177	2.596.700.000
4	374,63	543,78	2.702.695.789	4.030.500.000
5	187,53	314,92	1.352.922.410	2.334.200.000
6	319,24	592,62	2.303.083.934	4.392.500.000

(Sumber: Arena Counters Report dan Laporan Harian Persediaan Bahan Kantong Gudang OPS PT.Semen Padang)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Pair-Sample T test* yang terdapat pada *software* SPSS 10.0. Hasil pengujian dengan menggunakan uji T tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil *Paired-Samples T Test* untuk Validasi Persediaan Rata-Rata dan Nilai Persediaan Rata-Rata

Pair	t hitung	df	t tabel	Sig. (2-tailed)
preal-psimulasi	-1,234	5	2,02	0,272
invreal-ivsim	-1,39	5	2,02	0,223

(Sumber: Output SPSS 10.0)

Nilai T tabel diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi t pada taraf keberartian (1- α) 95% dengan derajat kebebasan (df) adalah N-k. Hipotesa nol diterima jika nilai T hitung kurang dan sama dengan nilai T tabel atau nilai *significance* level-nya lebih dari nilai α . Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai T hitung lebih kecil dari nilai T tabel dan nilai *significance* level-nya lebih besar dari nilai α (0,05). Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa nol diterima, dan dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata antara hasil simulasi dengan hasil observasi pada sistem nyata. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa model simulasi valid dan dapat digunakan sebagai presentasi sistem dalam melakukan analisa performansi sistem.

2. Metode Kotak Putih (*White Box Validation*).

Aspek yang perlu dipertimbangkan dalam *White Box Validation* adalah:

a. Distribusi Input

Masing-masing data input dicari nilai distribusinya dengan menggunakan sarana *Input Analyzer* yang terdapat dalam *software* Arena. Proses penentuan nilai distribusi adalah dengan membuat histogram data dan melakukan pencocokan data pengamatan dengan distribusi teoritis. Tingkat kecocokan distribusi data pengamatan terhadap data teoritis ditunjukkan oleh besarnya nilai *square error*. Semakin kecil nilai *square error*, maka semakin cocok data pengamatan dengan distribusi teoritis yang dipilih. Sedangkan tingkat kevalidan distribusi data pengamatan terhadap distribusi teoritis ditentukan oleh nilai *corresponding p value*. Jika nilai *corresponding p value* > 0.05 untuk Uji *Chi Square*, dan *corresponding p value* > 0.01 untuk uji Kolmogorov Smirnov, maka distribusi data valid, sebaliknya menunjukkan distribusi data tidak valid dan perlu dilakukan uji coba sampai ditemukan distribusi teoritis yang sesuai. Jika tidak ada distribusi teoritis yang sesuai dengan data, maka digunakan distribusi Empiris.

b. Logika statis

Aturan yang berlaku untuk logika statis dalam *discrete simulation* adalah: *If* (Kondisi) *Then* (Aksi)

Pada model sistem persediaan bahan kantong di gudang PT.Semen Padang bahan kantong dapat dikeluarkan dari gudang, jika memenuhi beberapa kondisi berikut:

- Jika ada permintaan terhadap bahan kantong, maka bahan kantong tersebut dapat dikeluarkan sebanyak yang diminta jika jumlah permintaan < dari jumlah persediaan
- Jika jumlah permintaan > dari persediaan, maka bahan kantong tersebut dapat dikeluarkan sebanyak persediaan, dan dilakukan pemesanan terhadap bahan kantong untuk mengisi persediaan jika persediaan mencapai minimum.
- Jika tidak ada permintaan, maka bahan kantong tidak dikeluarkan

Berdasarkan pembuatan logika statis, model ini sudah dapat mewakili sistem nyatanya.

c. Logika dinamis

Kemampuan model simulasi untuk dapat menirukan perilaku dinamis sistem nyatanya secara keseluruhan menunjukkan bahwa model dapat mewakili sistem nyata. Beberapa cara yang digunakan untuk melihat perubahan variabel dan *state* yang terjadi selama simulasi berjalan adalah dengan menggunakan tabel, grafik dan ikon-ikon tertentu pada model. Logika dinamis untuk model sistem persediaan bahan kantong ini dapat dilihat pada tampilan animasi selama *running* simulasi. Dan tampilan animasi pada model ini dapat dilihat pergerakan entiti melewati sistem dari waktu ke waktu. Entiti tersebut berupa bahan kantong yang masuk dan mengisi persediaan, dan permintaan terhadap bahan kantong yang digunakan untuk memproduksi kantong. Selain itu pada tampilan grafik dapat dilihat perubahan nilai performansi sistem selama simulasi berjalan.

4.1.3 Running Simulasi

Hasil simulasi awal belum dapat dijadikan sebagai parameter untuk menganalisis performansi sistem jika *running* simulasi hanya dilakukan dalam satu kali replikasi (*single run experiment*) sebagaimana yang dikemukakan oleh Law dan Kelton (1991). Hal ini disebabkan karena nilai parameter simulasi merupakan variabel random yang mempunyai variansi yang cukup besar sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan yang cukup signifikan terhadap performansi output yang sebenarnya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengurangan variansi dengan menggunakan teknik reduksi variansi (*variance reduction technique*). Menurut Kelton, Randall dan

Sadowski (1998) teknik reduksi variansi yang sebaiknya digunakan adalah *Common Random Number* (CRN).

Penentuan jumlah replikasi menggunakan metode *sequential procedure* sebagaimana yang dikemukakan oleh Law dan Kelton (1991). Jumlah replikasi awal ditetapkan sejumlah 130 atau $n_0 = 130$ untuk mendapatkan nilai perkiraan performansi yang mendekati nilai rata-rata yang diharapkan dengan lebar selang kepercayaan yang lebih ketat (Law dan Kelton menganjurkan tingkat ketepatan relatif (γ) mendekati 10 % dengan nilai $\gamma \leq 10\%$ atau 0.1). Nilai γ ini diperoleh dan perbandingan h_0 dengan nilai rata-rata (\bar{x}). Panjang 1 kali replikasi ditetapkan selama 730 hari. Dalam menentukan jumlah replikasi ini, parameter yang digunakan adalah persediaan rata-rata. Selanjutnya untuk menampilkan hasil eksperimen awal ini dapat digunakan fasilitas *Output Analyzer* yang juga terdapat dalam Software Arena 3.0 ini.

Dari hasil simulasi dengan ukuran replikasi tersebut didapatkan nilai $\gamma \leq 10\%$. Hal ini menunjukkan perkiraan performansi sistem telah mendekati nilai rata-rata yang diharapkan. Oleh karena itu jumlah replikasi selanjutnya yang dipakai dalam eksperimentasi adalah 130 kali replikasi dengan panjang 1 kali replikasi 730 hari.

4.1.4 Eksperimentasi Simulasi

Eksperimentasi simulasi dilakukan untuk melakukan evaluasi dengan mengujicobakan *ordering quantity* dan *reorder point* yang dihasilkan dalam perhitungan sebelumnya sebagai input. Hal ini dilakukan untuk menganalisis performansi sistem apabila kedua skenario tersebut diujicobakan dalam sistem nyata. Dengan menghilangkan asumsi data yang bersifat tetap terutama untuk *demand* dan *leadtime* pada metode deterministik, dengan menggunakan sumber kerandoman *demand* dan *leadtime* yang sesuai dengan kondisi nyata. Eksperimentasi terhadap kedua skenario ini, diharapkan akan menghasilkan jumlah persediaan bahan kantong yang mendekati optimal untuk meminimasi biaya persediaan. Skenario yang digunakan dalam membuat persediaan bahan kantong seperti yang terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Skenario Pemesanan Persediaan Bahan Kantong

	Alternatif Kebijakan Persediaan	
	Metode EOQ (Alt1)	Metode POQ (Alt 2)
Ordering Quantity (ton)	456,257	$93 + 643^*$ BETA (0,811, 0,609)
Reorder Point (hari)	37	40

Eksperimentasi dengan menggunakan metode EOQ dilakukan dengan menginputkan *ordering quantity* yang tetap sebanyak 456,257 ton setiap kali *order* dengan *reorder point* yaitu setiap 37 hari. Sedangkan untuk metode POQ order dilakukan dengan frekuensi tetap setiap kali *order* yaitu setiap 40 hari dengan *ordering quantity* yang bervariasi sesuai dengan jumlah *demand* dalam 40 hari tersebut. *Ordering quantity* ini diekspresikan dalam *range* tertentu dalam bentuk distribusi seperti yang terdapat dalam Tabel 4.4. *Safety stock* untuk kedua eksperimen ini adalah 78,989 ton sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya.

4.2 Analisis

Pada bagian analisis ini dibahas tentang performansi sistem saat ini, hasil perhitungan *ordering quantity*, *reorder point* dengan kedua metode dan pemodelan simulasi untuk sistem persediaan bahan kantong di gudang OPS PT.Semen Padang, serta perbandingan performansi sistem antara kebijakan sistem yang ada saat ini dengan kebijakan hasil eksperimentasi untuk meminimasi biaya persediaan.

4.2.1 Analisis Kebijakan Persediaan Sistem Sekarang

Tujuan melakukan analisis terhadap kebijakan persediaan bahan kantong sistem sekarang adalah untuk mengetahui efisiensi dalam pengendalian persediaan yang dilakukan pada sistem sekarang ini. Tolok ukur efisiensi yang utama adalah rasio perputaran persediaan (TOR). Makin tinggi nilai *Turn Over Ratio* berarti makin cepat perputaran persediaan, yang berarti pula pemanfaatan investasi semakin tinggi atau dengan kata lain makin efisien. Makin rendah TOR berarti percepatan perputaran modal atau investasi semakin lambat dan makin tidak efisien.

Setelah melakukan evaluasi terhadap *inventory turn over* (ITO) persediaan bahan kantong PT.Semen Padang saat ini maka dapat diketahui bahwa ITO PT.Semen Padang paling tinggi yang pernah dicapai tahun 2006 untuk kertas

kraft extensible adalah 4,33 yang terjadi hanya satu kali yaitu pada bulan Mei. Selain itu, ITO paling tinggi hanya dicapai sampai 1,9 kali. Rekapitulasi nilai ITO PT.Semen Padang tahun 2005 dan 2006 untuk bahan kantong *pasted bag* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rekapitulasi nilai ITO Bahan Kantong PT.Semen Padang tahun 2005-2006

Tahun	Kertas Kraft Extensible	Patch Valve	Tinta	Solvol	Sealtape
2005	1,23	1,02	0,25	0,45	0,39
2006	1,17	0,57	0,36	0,97	0,07

Sedangkan bila dibandingkan dengan perusahaan-perusahaan industri di Jepang dan USA dapat dikatakan bahwa nilai ITO yang dimiliki PT.Semen Padang masih berada jauh di bawah. Jepang memiliki ITO tertinggi sebesar 8,7 pada industri *plastics* dan *accessories* dan ITO terendah sebesar 1,8 pada industri *drugs*. Untuk *forest product and paper* sebesar 5,8. Sedangkan di USA, nilai ITO tertinggi sebesar 12,2 pada industri *plastics* dan *accessories* dan ITO terendah sebesar 3,3 pada industri *drugs*. Untuk industri *forest product and paper* sebesar 5,7, dikutip dari *Handbook of Inventory Management*, Robert L.Janson (Indrajit dan Djokopranoto, 2003).

4.2.2 Analisis Ordering Quantity dan Reorder Point

Pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*) untuk menentukan *ordering quantity* dan *reorder point*.

4.2.2.1 Analisis Metode EOQ

Pada kondisi tertentu penggunaan metode yang berbeda dapat menghasilkan alternatif waktu pemesanan dan jumlah pesanan yang berbeda pula. Metode EOQ (*Economic Order Quantity*) merupakan metode dengan kuantitas pemesanan tetap. Metode ini menggunakan asumsi *demand* dan *leadtime* yang sama (konstan) selama horizon perencanaan, pada kenyataannya tidak ada *demand* dan *leadtime* yang konstan dan sama. Akibat *demand* dan *leadtime* yang konstan tidak diperlukan adanya *safety stock*, dan tidak ada perubahan harga. Hal ini merupakan kelemahan metode EOQ.

Meskipun begitu, hal ini merupakan titik permulaan yang tepat untuk membangun model persediaan karena

metode ini sederhana dan mudah untuk digunakan. Dalam manajemen persediaan diinginkan persediaan sama dengan nol atau tidak ada persediaan sama sekali. EOQ menggunakan pendekatan dengan kondisi ideal ini dimana persediaan minimum mendekati nilai nol atau tidak ada persediaan sama sekali dan persediaan maksimum adalah sebesar jumlah pemesanan ekonomis yang diperoleh dengan menggunakan rumus EOQ. Metode EOQ merupakan metode deterministik yang menggunakan dua variabel biaya sebagai parameter yaitu biaya pesan dan biaya simpan. Dari model EOQ dapat dijelaskan bahwa apabila semakin sering dilakukan pemesanan maka biaya penyimpanan akan semakin kecil dan biaya pemesanan akan semakin besar, sedangkan bila pemesanan jarang dilakukan maka biaya penyimpanan akan semakin besar dan biaya pemesanan semakin kecil. Sehingga dicari titik keseimbangan diantara kedua variabel biaya tersebut sehingga diperoleh total biaya persediaan yang minimum.

Dari perhitungan EOQ dihasilkan *ordering quantity* yang ekonomis sebesar 456,257 unit untuk kertas *kraft extensible* dari rata-rata kebutuhan sebanyak 11.347 kg/hari. Metode EOQ kuantitas pemesanannya yang tetap setiap kali *order*, membagi kuantitas *order* menjadi lot-lot yang lebih kecil sehingga diperoleh biaya total persediaan sebesar Rp. 294.362.585,-. Dalam penelitian ini biaya persediaan ditetapkan sebesar 25 % dari nilai investasi persediaan (Indrajit dan Djokopranoto, 2003), sehingga nilai rata-rata persediaannya menjadi Rp. 1.177.450.341.

Metode POQ (*Periodic Order Quantity*) merupakan pengembangan dari metode EOQ yang digunakan untuk mengatasi *lumpy demand* atau demand yang tidak sama selama horizon perencanaan. Metode ini merupakan metode dengan interval pemesanan tetap. POQ memperbolehkan ukuran pemesanan bervariasi sesuai dengan interval pemesanan pemesanan ekonomis yang diperoleh. Pada dasarnya POQ mengeliminasi sisa persediaan dan sangat baik digunakan pada kondisi permintaan agak stabil. Kelemahannya, metode ini tidak memperhatikan kemungkinan adanya variasi *demand*, seperti pada saat *demand* rendah, *ordering quantity* dapat digabungkan dengan periode sebelum atau sesudahnya.

Dari perhitungan dengan metode POQ, pemesanan dapat dilakukan sebanyak

9 kali dengan waktu pemesanan yang tetap. Dengan metode ini diperoleh biaya total persediaan sebesar Rp 285.993.349,-. Sehingga diperoleh nilai rata-rata persediaan sebesar Rp. 1.143.973.397,-.

Untuk mengetahui apakah sistem persediaan optimal/usulan lebih baik daripada persediaan saat ini, dapat dilihat dari nilai persediaan rata-ratanya. Nilai rata-rata persediaan bahan kantong kondisi sekarang adalah Rp.2.350.081.290,- dengan metode EOQ sebesar Rp.1.177.450.341, dan POQ sebesar Rp.1.143.973.397. Kedua metode ini memberikan penurunan nilai persediaan sebesar Rp.1.172.630.948,- dan Rp. 1.206.107.292,- berturut-turut untuk EOQ dan POQ.

4.2.3 Analisis Hasil Eksperimentasi dengan Simulasi

Analisis hasil eksperimentasi ini dilakukan untuk membandingkan performansi sistem dari setiap skenario percobaan yang dilakukan terhadap kondisi sistem yang ada saat ini. Performansi sistem yang dibandingkan tersebut adalah investasi dan persediaan rata-rata kertas *kraft extensible*. Hasil Eksperimentasi Skenario 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan 4.7.

Tabel 4.6 Hasil Eksperimentasi Skenario 1 dan 2

Alternatif Kebijakan Persediaan	Quantity Order (Ton)	Reorder Point (Hari)	Persediaan Rata-rata (Ton)	Investasi Persediaan Rata-rata (Rp)
1	456,257	37	166	1.220.000.000
2	$93 + 643 * BETA(0,811, 0,609)$	40	204	1.500.000.000

(Sumber: Output Analyzer Arena 3.0)

Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Eksperimentasi Skenario 1 dan 2 dengan Sistem Sekarang

Output	Rata-rata	ho	Estimasi		Sistem Sekarang
			X - ho	X + ho	
Persediaan	Alt 1	166	34,5	131,5	338
	Alt 2	204		169,7	
Investasi Persediaan	Alt 1	1.220.000.000	255.000.000	965.000.000	2.500.000.000
	Alt 2	1.500.000.000		1.245.000.000	

(Sumber: Output Analyzer Arena 3.0)

Dari Tabel 4.7 terlihat bahwa kedua alternatif persediaan memiliki nilai investasi dan persediaan rata-rata yang berbeda dengan sistem sekarang, nilainya lebih kecil daripada sistem sekarang. Dari alternatif 2 diperoleh rata-rata persediaan sebanyak 204 ton dengan nilai rata-rata persediaan Rp. 1.500.000.000. Alternatif 1 menghasilkan rata-rata persediaan sebanyak 166 ton dengan nilai Rp. 1.220.000.000,- yang lebih kecil daripada sistem sekarang dan alternatif

2. Oleh karena itu berdasarkan Tabel 5.7 metode persediaan yang terpilih adalah metode EOQ.

4.2.4 Analisis Solusi Model

Berdasarkan kebijakan persediaan saat ini, perusahaan secara berkala melakukan pengontrolan tingkat persediaan bahan baku dan melakukan pemesanan jika persediaan diperkirakan hampir habis. Penentuan waktu pemesanan dan jumlah bahan baku yang dilakukan berdasarkan pengalaman dan belum menggunakan metode tertentu. Dengan karakteristik sistem persediaan saat ini, dimana kuantitas permintaan dan suplai, waktu pemesanan dan *leadtime* tiap bahan kantong tersebut sangat bervariasi (tidak konstan) atau bersifat probabilistik. Hal ini mungkin saja akan menghasilkan prediksi yang tepat pada suatu waktu, namun pada waktu yang lain akan menyebabkan banyaknya bahan kantong yang *stockout*, bahkan dapat mengakibatkan terjadinya *overstock*.

Oleh karena itu, dengan memperhatikan karakteristik sistem persediaan yang ada saat ini maka dapat ditentukan model persediaan yang dapat mengoptimalkan biaya persediaan. Berdasarkan metode deterministik digunakan pendekatan probabilitas *demand* dan *leadtime* dengan menggunakan distribusi normal. Melalui pendekatan simulasi, digunakan probabilitas kuantitas dan waktu kedatangan permintaan, kuantitas dan waktu kedatangan suplai serta *leadtime* sesuai dengan kondisi nyata. Melalui pendekatan ini dapat dihasilkan distribusi probabilitas tidak hanya berdistribusi normal tetapi dapat digunakan distribusi lain yang sesuai dengan distribusi teoritis. Sehingga, dapat dihasilkan rata-rata persediaan dan nilai rata-rata persediaan dengan interval dan tingkat kepercayaan tertentu.

Dengan mencobakan beberapa alternatif *ordering quantity* dan *reorder point* dapat diketahui alternatif yang memberikan persediaan rata-rata dengan nilai persediaan terkecil. Dari kedua metode yang dicobakan, metode EOQ memberikan nilai rata-rata persediaan yang lebih kecil daripada sistem sekarang untuk pendekatan secara deterministik maupun probabilistik (simulasi). Metode ini memberikan penurunan nilai rata-rata persediaan sebesar Rp. 1.172.630.948 secara deterministik dan Rp. 1.280.000.000,- untuk simulasi. Sedangkan dengan metode POQ,

diperoleh hasil yang berbeda dari kedua pendekatan yang digunakan. Secara deterministik metode POQ memberikan nilai rata-rata persediaan yang lebih kecil dari kondisi *existing* dan metode EOQ, tetapi dengan menggunakan pendekatan secara probabilistik metode ini justru memberikan hasil yang lebih besar. Hal ini dapat terjadi karena probabilitas distribusi data yang diinputkan dalam simulasi sesuai dengan kondisi nyata, sehingga diperoleh hasil dalam interval dan selang kepercayaan yang berbeda dengan pendekatan secara analitis. Metode ini memberikan penurunan nilai rata-rata persediaan sebesar Rp.1.206.107.292,- secara deterministik dan terjadi kenaikan nilai sebesar Rp. 293.892.708,- untuk simulasi dengan rentang nilai antara Rp. 1.245.000.000,- dan Rp.1.755.000.000.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan nilai perputaran persediaan atau *Inventory Turn Over* (ITO) digunakan untuk mengukur performansi persediaan PT.Semen Padang bila dibandingkan dengan negara lain. Nilai ITO PT.Semen Padang adalah 1,23 dan 1,17 untuk tahun 2005 dan 2006, masih jauh bila dibandingkan dengan perusahaan lainnya seperti di negara Jepang dan USA yang nilai ITO rata-ratanya adalah 3,7 dan 5,7 pertahun. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi investasi persediaan, pengelolaan terhadap bahan kantong tersebut belum optimal.
2. Nilai persediaan rata-rata saat ini adalah sebesar Rp. 2.350.081.290,- lebih besar dari nilai persediaan rata-rata yang diperoleh dengan kedua metode usulan. Nilai persediaan rata-rata yang dihasilkan dengan metode EOQ adalah sebesar Rp. 1.177.450.341 dan POQ Rp. 1.143.973.397. Kedua metode ini dapat memberikan penurunan nilai persediaan sebesar Rp. 1.172.630.948,- untuk metode EOQ dan Rp. 1.206.107.292,- untuk metode POQ dalam 1 tahun.
3. Dari hasil simulasi awal diperoleh rata-rata persediaan sebesar 388 ton dengan nilai Rp. 2.500.000.000,-. Hasil eksperimen dengan menggunakan metode EOQ dan POQ diperoleh rata-

rata persediaan sebesar 166 dan 204 ton dengan nilai Rp. 1.220.000.000,- dan Rp. 1.500.000.000,-. Kedua metode ini juga memberikan penurunan nilai persediaan sebesar Rp. 1.280.000.000,- untuk metode EOQ dan Rp. 1.000.000.000,- untuk metode POQ.

- Secara deterministik didapatkan bahwa kebijakan persediaan yang mendekati optimal untuk kertas *kraft extensible* adalah kebijakan persediaan dengan menggunakan metode POQ. Dengan pendekatan simulasi (probabilistik) biaya persediaan minimum dihasilkan oleh metode EOQ. Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh dihilangkannya asumsi yang terdapat pada metode EOQ dan POQ seperti data *demand* dan *leadtime* yang distribusinya diasumsikan konstan, setelah diujicobakan pada simulasi digunakan distribusi data dengan probabilitas sesuai dengan kondisi nyata.

5.2 Saran

Saran yang diajukan dibawah ini merupakan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya:

- Pada penelitian ini belum mempertimbangkan biaya *stockout*, karena itu untuk penelitian selanjutnya perlu diperhitungkan biaya akibat kekurangan persediaan (*stockout*).
- Untuk mengetahui penyebab lebih lanjut terhadap perbedaan yang ditimbulkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode EOQ dan POQ secara analitis dengan simulasi, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis sensitivitas.

6. Daftar Pustaka

- Fogarty, Donald.W. *Production and Inventory Management*. 2nd edition. Ohio: South-Western Publishing Co. 1991.
- Gasperz, Vincent. *Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT menuju Manufacturing 21*. Edisi Revisi dan Perluasan. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. 1998.
- Indrajit, Richardus Eko dan Richardus Djokopranoto. *Manajemen*

Persediaan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta. 2003.

- Kelton, W.David, Randall P, Sadowski, Deborah A. *Simulation With Arena*. McGraw-Hill International Edition. 1998.
- Law, Averill M, Kelton, W.David. *Simulation Modelling and Analysis*, 2nd Edition. McGraw-Hill International Edition. 1991.
- Rangkuti, Freddy. *Manajemen Persediaan : Aplikasi di Bidang Bisnis*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 1995
- Russel and Taylor, *Operations Management*. Prentice Hall Inc. 2000.
- Tersine, Richard J. *Principles of Inventory and Materials Management*. Prentice Hall International, Inc. New Jersey,. 1994.
- Walpole, Ronald. E, *Pengantar Stastitika*, 3rd Edition, Penerbit PT Gramedia , Jakarta, 1990.